

L10: Entry 4 of 11

File: JPAB

Feb 2, 1996

PUB-NO: JP408032611A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08032611 A  
TITLE: SPANNING TREE BRIDGE

PUBN-DATE: February 2, 1996

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KIYO, RI	

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI CABLE LTD	N/A

APPL-NO: JP06161247  
APPL-DATE: July 13, 1994

INT-CL (IPC): H04L 12/46; H04L 12/28; H04L 12/66

## ABSTRACT:

PURPOSE: To minimize influence given to the transmission function of LAN by changing the state of a blocking port connected to same LAN as a root port to a forwarding state when time is out at the time of receiving BPDU to make the port of the designated bridge of LAN comes to a blocking state.

CONSTITUTION: The time-out of C=BPDU is detected at high speed by using the fact that two ports 3-7 and 3-8 have compatibility on a topology when the two ports 3-7 and 3-8 of the designated bridge 3-4 are connected to same LAN. Namely, the reception stop of C=BPDU of the port 3-7 occurs when a fault occurs in the part of a transmission line 3-10. But, the reception of the blocking port 3-8 continues. In such a case, the state of the port 3-8 is set from the blocking state to the forwarding state and the root port of the bridge is changed from 3-7 to 3-8.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-32611

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 L 12/46

12/28

12/66

9466-5K

H 0 4 L 11/ 00

3 1 0 C

11/ 20

B

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平6-161247

(22) 出願日

平成6年(1994)7月13日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 許 例

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立

電線株式会社オプトロシステム研究所内

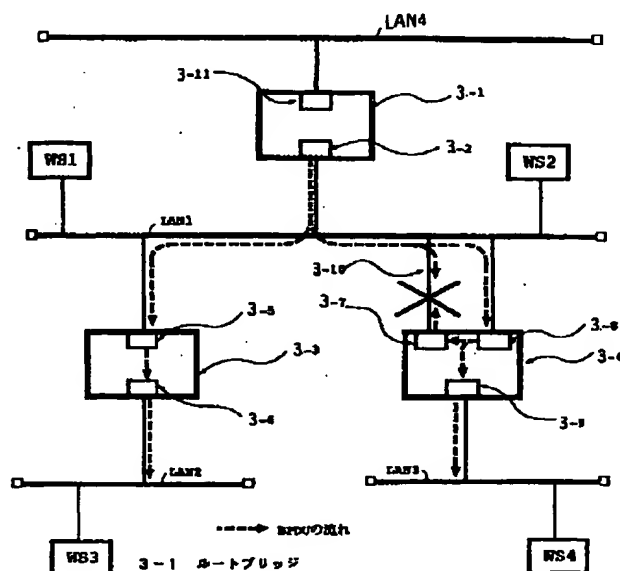
(74) 代理人 弁理士 網谷 信雄

(54) 【発明の名称】 スパニングツリーブリッジ

(57) 【要約】

【目的】 LANのデジグネーテッドブリッジのポートがブロッキング状態になり、C\_BPD Uの受信がタイムアウトになった場合にLANの伝送機能に与える影響を最小にするスパニングツリーブリッジを提供する。

【構成】 スパニングツリーのアルゴリズムに従って2つのポートの中の一つがブリッジのルートポートに選ばれ、他方がブロッキング状態に設定され、ルートポートがC\_BPD Uフレームのタイムアウトとなり、かつ、ブロッキングポートがC\_BPD Uフレームを受信するために待機している場合、ブロッキングポートの状態を直接フォワーディング状態に設定し、ブリッジのルートポートの番号をこのフォワーディング状態になったポートの番号に書き換え、同時にFDBの中のルートポートのポート番号を新たにフォワーディング状態になったポートの番号に書き換えると共にTCN\_BPD Uを送信しないことを特徴としている。



- 3-1 ルートブリッジ
- 3-2, 3-6, 3-9, 3-11 デジグネーテッドポート
- 3-3, 3-4 デジグネーテッドブリッジ
- 3-5, 3-7 ルートポート
- 3-8 ブロッキングポート
- 3-10 伝送線

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つのポートが同じLANに接続されている複数のブリッジからなるスパンニングツリーにおいて、該スパンニングツリーのアルゴリズムに従って2つのポートの中の一つのポートがブリッジのルートポートに選ばれ、他方のポートがブロッキング状態に設定され、ルートポートがコンフィグレーションBPDUFレームのタイムアウトとなり、かつ、ブロッキングポートが上記コンフィグレーションBPDUFレームを受信するために待機している場合、ブロッキングポートの状態を直接フォワーディング状態に設定し、ブリッジのルートポートの番号をこのフォワーディング状態になったポートの番号に書き換え、同時にフィルタリングデータベースの中のルートポートのポート番号を新たにフォワーディング状態になったポートの番号に書き換えると共にトポロジーチェンジBPDUFを送信しないことを特徴とするスパンニングツリーブリッジ。

【請求項2】 2つのポートが同じLANに接続されている複数のブリッジからなるスパンニングツリーにおいて、該スパンニングツリーのアルゴリズムに従って2つのポートの中の一つのポートが上記LANのデジグネーテッドポートに選ばれ、他方のポートがブロッキング状態に設定された場合、他方のポートがコンフィグレーションBPDUFレームのタイムアウトを検知した時には、他方のポートの状態をリスニングの状態を経由してから直接フォワーディング状態に遷移させ、同時にフィルタリングデータベースの各エントリを検索して、他方のポートと同じネットワークに接続しているデジグネーテッドポートのポート番号を見つくと、その番号をブロッキング状態になっていたポートのポート番号に書き換え、非ルートブリッジの場合にはトポロジーチェンジノーティシフィケーションBPDUFレームを送信せず、ルートブリッジの場合にはコンフィグレーションBPDUFレームのトポロジー変換フラッグを立てずにブロッキングされたポートを中継状態にすることを特徴とするスパンニングツリーブリッジ。

【請求項3】 WANを経由してスパンニングツリーを構築する場合、WANに接続しているブリッジのポートがスパンニングツリーブリッジのデジグネーテッドポートに選ばれた時には、そのポートよりコンフィグレーションBPDUFの定期的な送信の時間間隔をハロータイムの整数倍に設定し、そのポートからコンフィグレーションBPDUFを受信する時に、通常の処理を行い、そのポートからトポロジーチェンジノーティシフィケーションBPDUFを受信する時には、直ちにスパンニングツリーのアルゴリズムにより応答を行い、ルートポートから受信したコンフィグレーションBPDUFのパラメータが前回受信した内容と異なる時に、直ちにコンフィグレーションBPDUFをWANポートより送信することを特徴とするスパンニングツリーブリッジ。

【請求項4】 上記WANに接続しているブリッジのポートがスパンニングツリーのルートポートに選ばれた場合、そのポートのコンフィグレーションBPDUF受信のタイムアウト時間を、受信したコンフィグレーションBPDUFのハロータイムの整数倍より大きい値に設定し、内部のハロータイムを起動して、受信したコンフィグレーションBPDUFのハロータイムの間隔でデジグネーテッドポートよりコンフィグレーションBPDUFを送信する請求項3記載のスパンニングツリーブリッジ。

【請求項5】 上記WANに接続しているブリッジのポートがブロッキングポートに選ばれた場合、そのポートのコンフィグレーションBPDUF受信のタイムアウト時間を、受信したコンフィグレーションBPDUFのハロータイムの整数倍より大きい値に設定し、他の処理は通常のスパンニングツリー処理と同じである請求項4記載のスパンニングツリーブリッジ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、スパンニングツリーブリッジに関し、特にスパンニングツリーを搭載しているブリッジにおいて、コンフィグレーションBPDUF（ブリッジプロトコルデータユニット）のタイムアウト処理を改善したスパンニングツリーブリッジに関する。

## 【0002】

【従来の技術】LAN（ローカルエリアネットワーク）やWAN（ワイドエリアネットワーク）に接続されるブリッジの機能は、接続されたネットワークを流れるフレームを受信し、そのフレームのMAC（メディアアクセスコントロール）アドレスを判断して、フレームを中継するか、廃棄するかを決定することである。

【0003】そのため、ブリッジは、まず各ポート毎に接続されている他のブリッジやワークステーションのMACアドレスを学習して、スパンニングツリーのアルゴリズムに従ってポートの中継状態を決定する。

【0004】ネットワークが冗長構成になっている場合、スパンニングツリーはこの冗長なトポロジーを検知することができるので、この冗長なトポロジーを論理的に切り離すことにより、2つの同一のフレームが次段のブリッジに中継される（二重中継）のが回避される。又ネットワークに断線等の障害が発生した時には、その論理的に切り離した所を接続することにより障害のあった経路を迂回させるようになっている。

【0005】このようにスパンニングツリーブリッジは常にネットワークの経路を監視し、論理的に制御して、最適な伝送経路を動的に維持している。

【0006】スパンニングツリープロトコルではブリッジのポートの状態を論理的にブロッキングの状態に設定することによりポートをネットワークから切断したり、フォワーディングなどの状態に設定することによりポートをネットワークに接続したりする。そして、このスパニ

10

20

30

40

50

ングツリーを実装しているブリッジ同士は、ネットワークを介してコンフィグレーションBPDU（以下「C\_BPDU」という。）というデータフレームを定期的に交換することにより、プロトコルの情報を交換したり、ネットワークの運用状態を監視するようになっている。

【0007】スパニングツリーにおいては、ルートブリッジという優先度の最も高いブリッジが自分の経路情報をC\_BPDUフレームに載せて、経路上の各ブリッジに送信する。

【0008】C\_BPDUフレームを受信する各ブリッジの各ポートは、スパニングツリーのアルゴリズムにより次のポートに選ばれる。

【0009】(1) ルートブリッジまで最小の時間（距離）でブリッジに提供するルートポート。

【0010】(2) 接続しているLANに最小の時間（距離）でブリッジに提供するルートポート。

【0011】(3) 伝送路のループを論理的に切断するためにブロッキング状態に設定されるブロッキングポート。

【0012】ルートポート及びブロッキングポートはルートブリッジまでの1つ上の上位ブリッジをそのポートのデジグネーテッドブリッジとして認識している。

【0013】(a) ディセーブル : ユーザの設定によりポートが機能しない状態。

【0014】(b) ブロッキング : フレームの中継を禁止する状態。

【0015】(c) リスニング : トポロジーの安定を待つ状態。

【0016】(d) ラーニング : 中継フレームの振り分けを決めるためのフィルタデータベース（以下「FDB」という。）に登録するデータを学習する状態。

【0017】(e) フォワーディング : 受信データをFDBと共に他のポートに中継する状態。

【0018】ポートをフォワーディング状態にするには、そのポートは順番にリスニング状態、ラーニング状態を経由しなければならない。リスニング状態からラーニング状態、またはラーニング状態からフォワーディング状態にするには、スパニングツリーのパラメータ「フォワーディングディレイタイム」という時間を経過する必要がある。このフォワーディングディレイタイムの時間範囲は4〜30秒である。

【0019】図8はスパニングツリーの従来例を示す図である。

【0020】同図においてスパニングツリーは、LAN1〜LAN4と、ルートブリッジ1-1と、LAN2、LAN3のデジグネーテッドブリッジとなるブリッジ1-3、1-4とからなり、ルートブリッジ1-1にはLAN1のデジグネーテッドポート1-2がある。LAN2のデジグネーテッドブリッジ1-3にはルートポートのポート1-5とLAN2のデジグネーテッドポート1-

1-6がある。LAN3のデジグネーテッドポート1-9がある。ルートポートのポート1-7とブロッキングポート1-8のデジグネーテッドブリッジはブリッジ1-1である。LAN1にはワークステーションWS1、WS2が接続され、LAN2にはワークステーションWS3が接続され、LAN3にはワークステーションWS4がそれぞれ接続されている。

【0021】ここでブリッジ1-3のようにLAN1からLAN2への中継に使用されるブリッジをLAN2のデジグネーテッドブリッジといい、LAN2への中継に使用されるポート1-6をLAN2のデジグネーテッドポートという。

【0022】図9はスパニングツリーの他の従来例を示す図である。

【0023】同図においてスパニングツリーは、LAN1〜LAN3と、ルートブリッジ2-1と、LAN2、LAN3のデジグネーテッドブリッジとなるブリッジ2-4、2-5とからなり、ルートブリッジ2-1にはLAN1のデジグネーテッドポート2-2とブロックポートとがある。LAN2のデジグネーテッドブリッジ2-4にはルートポート2-6と、LAN2のデジグネーテッドポート2-8とがある。LAN3のデジグネーテッドブリッジ2-5にはルートポート2-7とLAN3のデジグネーテッドポート2-9とブロックポート2-10とがある。

【0024】また、スパニングツリーを構成するブリッジの中で優先度の最も高いルートブリッジは、C\_BPDUフレームをネットワークの全てのブリッジに送信する。また、非ルートブリッジは局所のネットワークのトポロジーの変化を検知するとトポロジーチェンジノティフィケーションBPDU（以下「TCN\_BPDU」という。）というフレームをルートブリッジに向かって送信する。トポロジー変化を検出したブリッジよりルートブリッジに近い1つ上位のブリッジは、下位ブリッジからのTCN\_BPDUフレームを受信すると、下位ブリッジにC\_BPDUフレームの中のトポロジーチェンジアクノリッジフラグをセットして応答する。同時にルートブリッジに向かってTCN\_BPDUフレームを送信する。ルートブリッジはこのTCN\_BPDUフレームを受信すると、C\_BPDUフレームの中のトポロジーチェンジフラグをセットして、他のブリッジにこのフラグがリセットされるまで、FDBのエントリのタイムアウト時間を短縮するように指示する。BPDUフレームの送信間隔（以下「ハロータイム」という。）は1〜10秒の範囲である。伝送路の障害は下位ブリッジのC\_BPDUフレームの受信切れにより検出される。受信切れの時間はマックスエージと呼び、その値は6〜40秒の範囲である。

【0025】C\_BPDUフレームを受信する各ブリッジの各ポートはスパニングツリーのアルゴリズムに従っ

5

て上述した(1)～(3)のポートに選ばれる。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】図8に示した従来例において、スパニングツリーはC\_BPD Uを定期的を送受信することにより伝送路の状態を監視する。デジグネーテッドブリッジが、あるLANに2つのポートが接続されている場合(ブリッジ1-4のポート1-7とポート1-8に相当する)、これら2つのポートにより伝送ループが形成されてしまう。スパニングツリーのアルゴリズムにより、このループ経路を切断するために2つのポートの中で、優先度の低いポートをブロッキング状態に設定することになる。同図においては、ブリッジ1-4の優先度の低いポート1-8がブロッキング状態に設定される。

【0027】このブロッキング状態のポートと、このポートと同じLANに接続しているルートポートと一緒に上位ブリッジからのC\_BPD Uフレームを受信することにより、伝送路の状態を監視している。もし、局所的な伝送路の障害により(例えば図8のポート1-7とLAN1との間の伝送路1-10が障害になった場合)、ルートポート(例えば図8のポート1-7)が規定時間を超えてもC\_BPD Uフレームを受信することができない場合には、同じLANに接続しているブロッキング状態のポート(例えば図8のポート1-8)の状態をブロッキング状態から、リスニング状態、ラーニング状態、フォワーディング状態の順に設定していく。フレームを中継するフォワーディング状態まで、フォワーディングディレイタイムの2倍の時間が必要である。これにより、障害経路にあるLANは2×(フォワーディングディレイタイム)、すなわち設定により8～60秒の間には通信不能となる。

【0028】さらにフォワーディング状態になったポートは伝送路のトポロジーが変化したと判断して、TCN\_BPD Uフレームをルートブリッジに向かって送信する。ルートブリッジはこれを受信すると、直ちにネットワーク上の全てのブリッジに対してFDBのタイムアウトを短縮する指示を出す。この結果、単に局所的なトポロジー変化が発生したにも関わらず、削除されたFDBのエントリに対応するワークステーションを探すために、ブリッジは全てのポートにそのワークステーション宛てのフレームを送信し、ネットワークのトラフィックが増加する。

【0029】他方、WANを経由してフレームを送信すると料金が掛かる。スパニングツリーの動作範囲がWANを含んでいる場合には、WANを経由して上述した間隔でBPD Uを定期的送信しなければならないため、不要なトラフィックが増加し、コストが高くなってしまふ。

【0030】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、LANのデジグネーテッドブリッジのポートがブロ

6

ッキング状態になり、C\_BPD Uの受信がタイムアウトになった場合にLANの伝送機能に与える影響を最小にするスパニングツリーブリッジを提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために第1の発明は、2つのポートが同じLANに接続されている複数のブリッジからなるスパニングツリーにおいて、スパニングツリーのアルゴリズムに従って2つのポートの中の一つのポートがブリッジのルートポートに選ばれ、他方のポートがブロッキング状態に設定され、ルートポートがコンフィグレーションBPD Uフレームのタイムアウトとなり、かつ、ブロッキングポートがコンフィグレーションBPD Uフレームを受信するために待機している場合、ブロッキングポートの状態を直接フォワーディング状態に設定し、ブリッジのルートポートの番号をこのフォワーディング状態になったポートの番号に書き換え、同時にフィルタリングデータベースの中のルートポートのポート番号を新たにフォワーディング状態になったポートの番号に書き換えると共にトポロジーチェンジBPD Uを送信しないものである。

【0032】上記目的を達成するために第2の発明は、2つのポートが同じLANに接続されている複数のブリッジからなるスパニングツリーにおいて、スパニングツリーのアルゴリズムに従って2つのポートの中の一つのポートがLANのデジグネーテッドポートに選ばれ、他方のポートがブロッキング状態に設定された場合、他方のポートがコンフィグレーションBPD Uフレームのタイムアウトを検知した時には、他方のポートの状態をリスニングの状態を経由してから直接フォワーディング状態に遷移させ、同時にフィルタリングデータベースの各エントリを検索して、他方のポートと同じネットワークに接続しているデジグネーテッドポートのポート番号を見つけると、その番号をブロッキング状態になっていたポートのポート番号に書き換え、非ルートブリッジの場合にはトポロジーチェンジノーティシフィケーションBPD Uフレームを送信せず、ルートブリッジの場合にはコンフィグレーションBPD Uフレームのトポロジー変換フラッグを立てずにブロッキングされたポートを中継状態にするものである。

【0033】上記目的を達成するために第3の発明は、WANを経由してスパニングツリーを構築する場合、WANに接続しているブリッジのポートがスパニングツリーブリッジのデジグネーテッドポートに選ばれた時には、そのポートよりコンフィグレーションBPD Uの定期的な送信の時間間隔をハロータイムの整数倍に設定し、そのポートからコンフィグレーションBPD Uを受信する時に、通常の処理を行い、そのポートからトポロジーチェンジノーティシフィケーションBPD Uを受信する時には、直ちにスパニングツリーのアルゴリズムに

10

20

30

40

50

より応答を行い、ルートポートから受信したコンフィグレーションBPDUのパラメータが前回受信した内容と異なる時に、直ちにコンフィグレーションBPDUをWANポートより送信するものである。

【0034】

【作用】第1の発明によれば、デジグネーテッドブリッジの2つのポートが同じLANに接続される場合に、この2つのポートはトポロジィの上で互換性を持っていることを利用して、C\_BPDUのタイムアウト検出を高速で行う。

【0035】まず、このようなトポロジィが存在していることを認識する必要がある。そこでブリッジがスパニングツリーのデジグネーテッドブリッジとして選ばれる(ルートポートが「0」ではない)と、ルートポートのデジグネーテッドブリッジのIDとブロッキングポートのデジグネーテッドブリッジのIDとを照合し、これらのIDが同一である時には、これら2つのポートは同じLANに接続していることがわかる。

【0036】もし、ルートポートがBPDUを受信する時にタイムアウトになり、同じLANに接続しているブロッキングポートのBPDUの受信が継続している場合はブロッキングポートの状態を直ちにフォワーディング状態にするが、TCN\_BPDUは送信しない。同時にブリッジのルートポートのポート番号をこのフォワーディング状態になったポートの番号に書き換える。FDBの中の古いルートポートの番号を全て新しいルートポートのポート番号に書き換える。

【0037】すなわち、デジグネーテッドブリッジのルートポートがBPDUを受信する時にタイムアウトになった場合には、ルートポートと同じLANに接続しているブロッキングポートの状態をすぐにフォワーディング状態に移させることにより、従来のブロッキング状態→ラーニング状態→リスニング状態→フォワーディング状態に掛かる遷移時間を節約することができる。また、TCN\_BPDUを送信しないことにより、ネットワーク\*

\*トポロジィチェンジのメッセージを出すことがなくなり、他のブリッジのFDBのタイムアウト時間を短縮させることがなく、従来のようにエントリを削除した後の無駄なトラフィックを発生させることがない。

【0038】第2の発明によれば、スパニングツリーを初期化する時には、このようなトポロジィが存在していることを受信したC\_BPDUにより認識しなければならない。スパニングツリーのアルゴリズムに従って初期化の最初の動作でそのブリッジはルートブリッジとして全てのポートからC\_BPDUを送信する。次に各ポートから受信したC\_BPDUを処理する。ここで、もしあるポートから受信したC\_BPDUのパラメータの中のブリッジIDが、受信ポートのブリッジIDと同一なら、C\_BPDUの中のポートIDで示すポートは受信ポートと同じLANに接続していることが判る。このペアをテーブルに記憶しておく。次にスパニングツリーの通常の処理を行う。結果として、これら2つのポートのうちの1つのポートがデジグネーテッドポートに選択された場合には、もう1つのポートはスパニングツリーのアルゴリズムより必ずブロッキング状態に設定される。

【0039】ブロッキング状態になっているポートがC\_BPDUのタイムアウトを検知した場合には、そのポートの状態をリスニング状態に設定する。この状態を保持する時間はフォワーディングディレイタイムとなっている。もしこの間にネットワークのトポロジィが更に変化しなければ、このブリッジのFDBの各エントリを検索して、初期化で登録したこのポートのペアポートのポート番号を見つけたら、その番号をこのブロッキングになっていたポートのポート番号に書き換える。例えば図9のブリッジ2-5ではポート2-9とポート2-10とがペアポートとなっていることが初期化時点で判った。このブリッジのFDBのエントリを表1に示す。

【0040】

【表1】

宛先アドレス	中継ポートの番号
WS1	4-7
WS2	4-7
WS3	4-10
WS4	4-10

【0041】ブロッキング状態になっていたポート2-10がC\_BPDUの受信切れを検知すると、リスニング状態を経由した後、FDBの各エントリを検索して、もしペアポート2-9の番号を見つけたら、それをポー※

※ト2-10に書き換える。その結果を表2に示す。

【0042】

【表2】

宛先アドレス	中継ポートの番号
WS1	4-7
WS2	4-7
WS3	4-9
WS4	4-9

【0043】そして、このポートの状態をリスニング状態からラーニング状態に移させる代わりに、直接フォワーディング状態に移させる。フォワーディング状態にした後、もしこのブリッジがルートブリッジでなければ、TCN\_BPDUFレームを送信せず、直ちに中継を行う。もしこのブリッジがルートブリッジであれば、C\_BPDUFレームの中のトポロジーチェンジフラグを「1」に設定しない。

【0044】すなわち、あるLANに接続している2つのポートの中で、伝送路の障害によりブロッキングポートがC\_BPDUFのタイムアウトを検知した場合に、障害箇所をバイパスするなどの処理を行うため処理時間が半減される。

【0045】第3の発明によれば、WANに接続しているブリッジのスパニングツリーの実装方式を対象としており、初期化の時には、通常のスパンニングツリーのアルゴリズムにより、WANのポートを経由してC\_BPDUFを送受信する。次に最初のC\_BPDUFフレームを送受信した結果により、次のように状況に応じて処理を行う。

【0046】①もし、WANポートがデジグネーテッドポートと選ばれると、そのポートよりC\_BPDUFの定期的な送信の時間間隔をハロータイムの整数倍に設定する。すなわち、このブリッジがルートブリッジの場合には、他のデジグネーテッドポートよりC\_BPDUFを数回送信する毎、WANポートよりC\_BPDUFを1回送信する。当ブリッジがデジグネーテッドブリッジの場合には、ルートポートからC\_BPDUFを数回受信する毎に、WANポートよりC\_BPDUFを1回送信する。さらに次のように状況に応じて処理を行う。

【0047】a) WANポートからC\_BPDUFを受信すると通常の処理を行う。

【0048】b) WANポートからTCN\_BPDUFを受信すると、次のように処理を行う。

i. 当ブリッジがルートブリッジではない場合には、通常の処理のように、トポロジーチェンジアクノリッジフラグをセットしてC\_BPDUFを送信する。そして、ルートポートからルートブリッジに向かってTCN\_BPDUFを送信する。

【0049】ii. 当ブリッジがルートブリッジである場合には、トポロジーチェンジアクノリッジフラグとトポロジーチェンジフラグをセットしてC\_BPDUFをWANポートから1回だけ送信する。そして、送信するC\_BPDUFのトポロジーチェンジフラグをリセットする\* 50

\*時にはもう1回C\_BPDUFを送信する。

【0050】c) ルートポートからC\_BPDUFを受信して、受信したC\_BPDUFの優先度が保持しているC\_BPDUFの情報と同等又はそれより高い場合で、受信したC\_BPDUFの内容が前回受信したC\_BPDUFの内容と差がある場合には、WANポートからC\_BPDUFを1回送信する。これ以外の場合には、WANポートからC\_BPDUFを送信しない。

【0051】d) WANポート以外のポートについて、通常のスパンニングツリーのアルゴリズムに従って処理する。

【0052】②もし、WANポートがルートポートと選ばれると、そのWANポートのmaksエージ(C\_BPDUFのタイムアウト時間)を受信したC\_BPDUFの中のハロータイムの整数倍より長い値に設定する。自ブリッジ内のハロータイムを起動して、受信したC\_BPDUFにより得たハロータイムの間隔でC\_BPDUFを定期的にデジグネーテッドポートより送信する。ここで、送信するC\_BPDUFのパラメータは受信したC\_BPDUFにより当ブリッジがデジグネーテッドブリッジとなる時のC\_BPDUFのパラメータである。その他の処理は通常のスパンニングツリーの処理となる。

【0053】③もし、WANポートがブロッキングポートに選ばれた時には、そのWANポートのmaksエージを受信したC\_BPDUFの中のハロータイムの整数倍より長い値に設定する。後の処理は通常と同様の処理を行う。

【0054】④WANポート以外のポートについて通常のスパンニングツリーのアルゴリズムにより処理を行う。

【0055】すなわち、WANに接続しているブリッジは通常のスパンニングツリーのアルゴリズムにより整数倍の時間間隔でWANにC\_BPDUFフレームを送信する。しかも、TCN\_BPDUFフレームの送受信、C\_BPDUFフレームのパラメータが変化した時には、通常の間隔で行うため、ループ経路の切断、障害の発生及び回復の検出、トポロジー変化の通知などは従来通りに素早く反応できる。

【0056】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0057】図1は本発明のスパンニングツリーブリッジの一実施例の概念図である。

【0058】同図において、スパンニングツリーブリッジは、4つのLAN1~LAN4と、ルートブリッジ3-

## 11

1と、LAN2、LAN3のデジグネーテッドブリッジとなるブリッジ3-3、3-4とからなり、ルートブリッジ3-1にはLAN1のデジグネーテッドポート3-2がある。LAN2のデジグネーテッドブリッジ3-3にはルートポートのポート3-5とLAN2のデジグネーテッドポート3-6がある。LAN3のデジグネーテッドポート3-9がある。ルートポートのポート3-7とブロッキングポート3-8のデジグネーテッドブリッジはブリッジ3-1である。LAN1にはワークステーションWS1、WS2が接続され、LAN2にはワークステーションWS3が接続され、LAN3にはワークステーションWS4がそれぞれ接続されている。

【0059】伝送路3-10の部分に障害が発生した時には、ポート3-7のC\_BPDUの受信切れ（タイムアウト）が発生する。しかしブロッキングポート3-8の受信が継続している。この場合にはポート3-8の状態をブロッキング状態から直接フォワーディング状態に設定して、ブリッジのルートポートを3-7から3-8に変更する。また障害が発生する前のFDBテーブルの様子を表3に示すが、発生した後は表4のように書き換えられる。

【0060】

【表3】

宛先アドレス	中継ポートのポート番号
WS1	3-7
WS2	3-7
WS3	3-7
WS4	3-9

【0061】

【表4】

宛先アドレス	中継ポートのポート番号
WS1	3-8
WS2	3-8
WS3	3-8
WS4	3-9

【0062】次に実施例の作用を述べる。

【0063】デジグネーテッドブリッジのルートポートがBPDUを受信する時にタイムアウトになった場合には、ルートポートと同じLANに接続しているブロッキングポートの状態をすぐにフォワーディング状態に遷移させることにより、従来のブロッキング状態→ラーニング状態→リスニング状態→フォワーディング状態に掛かる遷移時間を節約することができる。また、TCN\_BPDUを送信しないことにより、ネットワークトポロジチェンジのメッセージを出すことがなくなり、他のブリッジのFDBのタイムアウト時間を短縮させることができなく、無駄なトラフィックを発生させることがなくなる。

## 12

【0064】本実施例のスパニングツリーモジュールを搭載したブリッジ等のネットワーク機器を用いると、ユーザが冗長構成でネットワークを構築する場合、ネットワークに障害が発生した時には素早く障害箇所をバイパスして、正常な通信が維持できる。また、障害による他のネットワーク部分への影響がない。

【0065】以上において本実施例によれば、デジグネーテッドブリッジのルートポートとブロッキングポートとが同じLANに接続している場合には、ルートポートと接続しているLANの間の伝送路が障害になる時には、従来のアルゴリズムより8〜60秒の時間を短縮できる。更に、FDBの書き換えにより、伝送路に与える影響を最小限にすることができる。

【0066】図2は本発明のスパニングツリーブリッジの他の実施例の概念図である。

【0067】図1に示した実施例との相違点は、同じLANに接続された2つのポートを有するブリッジがルートブリッジであっても非ルートブリッジであってもC\_BPDUのタイムアウトの影響を受けないようにした点である。

【0068】図2において、スパニングツリーはLAN1〜LAN3と、LAN1に接続されたルートブリッジ5-1と、LAN1、LAN2間に接続されたデジグネーテッドブリッジ4-4と、LAN1、LAN3間に接続されたデジグネーテッドブリッジ4-5とで構成されている。4-2、4-8、4-9はデジグネーテッドポート、4-3、4-10はブロッキングポート、4-6、4-7は中継ポートをそれぞれ示している。

【0069】ここで実際にブロッキングのポートにC\_BPDUのタイムアウトになる具体例を考えてみる。まず、障害箇所がフォワーディングポート4-2か、またはフォワーディングポートからLAN1までの間にあるとすると、ブロッキングポート4-3をリスニング状態を経由して、直接フォワーディング状態に設定し、同時にFDBのエントリにおいてポート4-3の番号を全てポート4-3の番号に書き換えることによりすばやく障害箇所をバイパスすることができる。正常に中継状態となるまでに必要な時間は本来の2×（フォワーディングディレイタイム）から（フォワーディングディレイタイム）となり半分に短縮できる。しかもC\_BPDUのトポロジチェンジフラグを設定しないため、他のブリッジのFDBのタイムアウトの短縮を行わずにすみ、ネットワークの安定性を保つことができる。

【0070】従ってFDBのタイムアウト時間の短縮によるタイムアウトしたワークステーション宛てのフレームを受信したポート以外の全ポートへ中継することは避けられ、ネットワークのトラフィック量を減少させることができる。

【0071】図3は図2に示したスパニングツリーブリッジの他のケースを説明するための説明図である。



【0072】同図にはブロッキングポート4-3とLAN1との間に障害が発生した状態が示されている。この場合は従来のスパニングツリーのアルゴリズムと同様に処理結果がブロッキングポート4-3をブロッキング状態からフォワーディング状態に遷移させ、ブロッキングポート4-2はフォワーディング状態のままであり、伝送路には影響がない。

【0073】以上において、本実施例によれば、あるLANに接続している2つのポートの中で、伝送路の障害によりブロッキングポートがC\_BPDUのタイムアウトを検知した場合に、障害箇所をバイパスするなどの処理を行うため、従来のスパニングツリーと比較すると処理時間が半減され、この状況の障害によるネットワークのトラフィック量の増加が回避される。

【0074】図4は本発明のスパニングツリーブリッジの他の実施例の概念図である。

【0075】同図においてブリッジ5-2と、ブリッジ5-3とが専用線5-10及びWAN5-1により接続され、かつ冗長構成となっている。通常専用線5-10が正常な場合には、WAN5-1に接続しているポート5-4はブロッキング状態となっている。ブリッジ5-3のWAN側ポート5-6はデジグネーテッドポートである。通常のC\_BPDUの送信間隔（ハロータイム）は4秒とする。WAN5-1にC\_BPDUのハロータイムに対する通常のC\_BPDUのハロータイムの倍数Nを10とした場合に伝送路を流れるC\_BPDUの様子を図5に示す。尚、図5はブリッジ5-2、5-3及びLAN5-8との間の通信手順を示す図である。

【0076】ブリッジ5-3はルートポートよりLAN1-8からのC\_BPDUを10回受信する毎にポート5-6より1回C\_BPDUフレームをWANに送信する。そして、ブリッジ5-2のWAN5-1のポート5-4のC\_BPDUの受信のタイムアウト時間は他のブリッジのハロータイムの10倍の40秒より大きい100秒に設定する。他の処理は通常通り行う。

【0077】ここで図6に示すように専用線5-10で障害が発生する場合、ポート5-4が中継状態に設定され、ブリッジ5-2のルートポートとして選ばれる。この時WAN5-10を経由して行ったC\_BPDUの送受信の様子を図7に示す。尚、図6は図4に示したWANの専用線に障害が発生した時の状態を示す説明図であり、図7はLAN5-8、5-9、ブリッジ5-2、5-3及びWAN間の通信手順を示す図である。

【0078】ブリッジ5-4は内部ハロータイマを起動して、4秒の間隔でポート5-4より受信したC\_BPDUの内容に従ってポート5-4よりLAN5-9のC\_BPDUを送信する。トポロジー変化を検出した時には、TCN\_BPDUをWAN5-1のポートよりブリッジ5-3に送信する。ブリッジ5-3はこれを受信すると直ちにトポロジーチェンジアクノリッジフラグをセ

ットして、WAN5-10を経由してブリッジ5-2に伝送する。同時に、ルートポートの5-7よりTCN\_BPDUを送信する。図には示さないルートブリッジがこれを受信すると直ちにトポロジーチェンジアクノリッジフラグとトポロジーチェンジフラグとをセットして、ブリッジ5-3に送信する。ブリッジ5-3はこれを受信すると、前回受信したC\_BPDUの内容と異なるため、直ちにWAN5-1を経由してブリッジ5-2に送信する。

【0079】次に通常のハロータイムの10倍の間隔でC\_BPDUを送信する。ブリッジ5-2がこれを受信すると、次に送信するC\_BPDUのトポロジーチェンジフラグをセットしておく。一定時間経過後、スパニングツリーのアルゴリズムによりブリッジ5-3が受信したC\_BPDUのトポロジーチェンジフラグがリセットされると、ポート5-6よりWAN5-3にC\_BPDUを送信する。ブリッジ5-2がこれを受信すると、次に送信するC\_BPDUのトポロジーチェンジフラグをリセットする。

【0080】WANに接続しているブリッジは通常のスパニングツリーのアルゴリズムにより整数倍の時間間隔でWANにC\_BPDUフレームを送信する。しかも、TCN\_BPDUフレームの送受信、C\_BPDUフレームのパラメータが変化した時には、通常の間隔で行うため、ループ経路の切断、障害の発生及び回復の検出、トポロジー変化の通知などは従来通りに素早く反応できる。

【0081】以上において本実施例によれば、WANを経由してスパニングツリーを構築する場合に従来と比較してWANの使用回数が減少するので運用料金を節約することができる。しかもネットワークのトポロジー変化、スパニングツリーのパラメータ変更などの情報は従来通りに素早く伝送できる。またネットワークのサービス品質、ユーザの経済状況などに応じて料金の節約の程度を柔軟に設定することができる。

【0082】なお、上述した実施例においてWANを用いた場合で説明したがこれに限定されずWANをLANに置き換えてもよい。

【0083】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0084】(1) ルートポートに接続しているLANの間の伝送路が障害になる時には、ルートポートと同じLANに接続しているブロッキングポートの状態を直ちにフォワーディング状態に遷移させるので、タイムアウトの影響を受けない。

【0085】(2) LANとブリッジとの間に発生した障害箇所をバイパスするなどの処理を行うので、ネットワークのトラフィック量の増加を減少させることができる。

15

【0086】(3) WANに接続しているブリッジが通常のスパニングツリーのアルゴリズムよりN倍の時間間隔でWANにC\_BPDUフレームを送信するので、障害の検出や回復処理が素早くできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスパニングツリーブリッジの一実施例の概念図である。

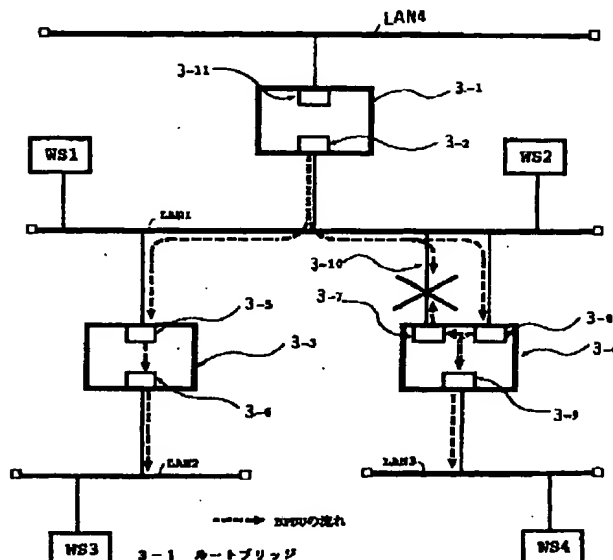
【図2】本発明のスパニングツリーブリッジの他の実施例の概念図である。

【図3】図2に示したスパニングツリーブリッジの他のケースを説明するための説明図である。

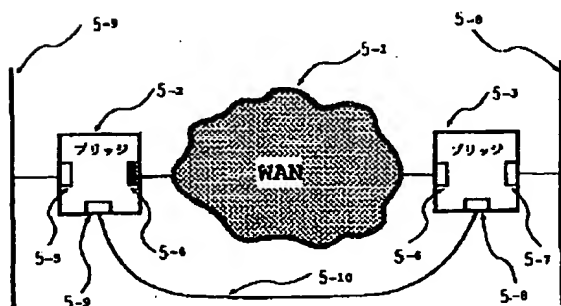
【図4】本発明のスパニングツリーブリッジの他の実施例の概念図である。

【図5】ブリッジ5-2、5-3及びLAN5-8との間の通信手順を示す図である。

【図1】



【図4】



16

【図6】図4に示したWANの専用線に障害が発生した時の状態を示す説明図である。

【図7】LAN5-8、5-9、ブリッジ5-2、5-3及びWAN間の通信手順を示す図である。

【図8】スパニングツリーの従来例を示す図である。

【図9】スパニングツリーの他の従来例を示す図である。

【符号の説明】

3-1 ルートブリッジ

3-2, 3-6, 3-9, 3-11 デジゲネテッドポート

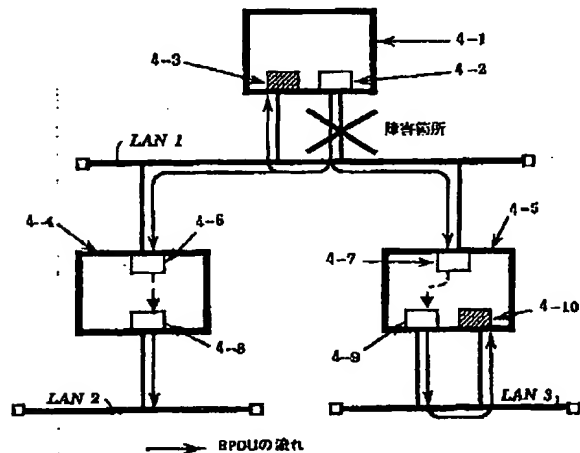
3-3, 3-4 デジゲネテッドブリッジ

3-5, 3-7 ルートポート

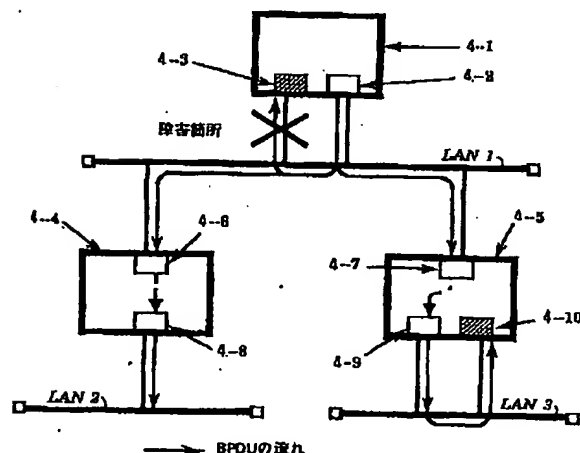
3-8 ブロッキングポート

3-10 伝送路

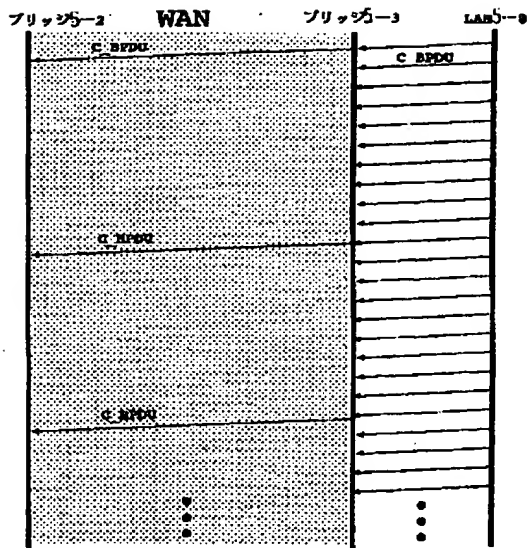
【図2】



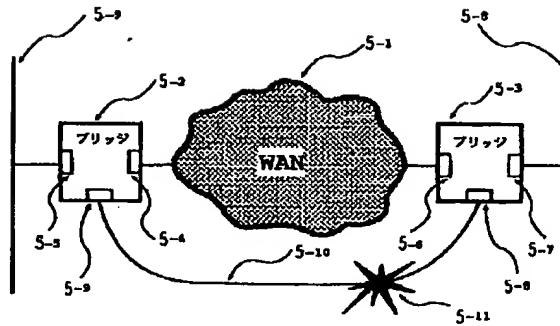
【図3】



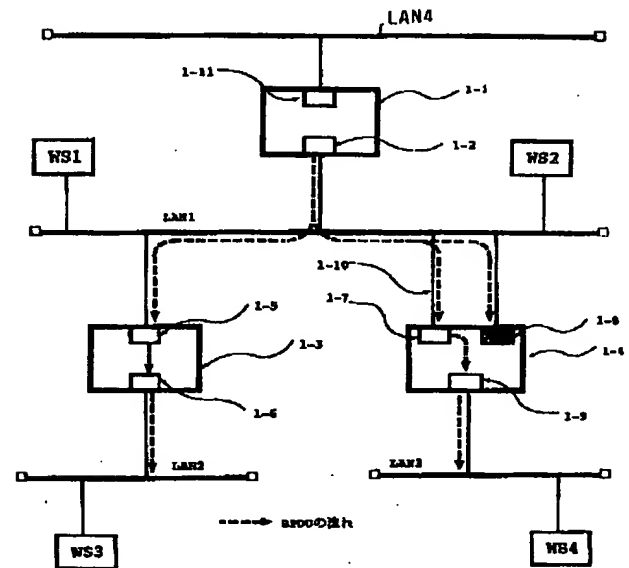
【図5】



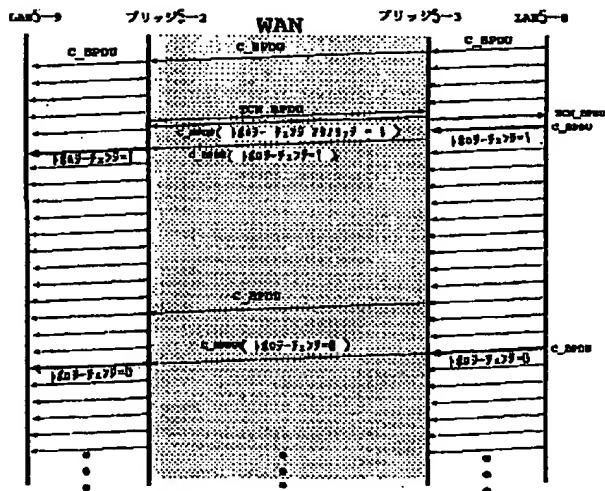
【図6】



【図8】



【図7】



【図9】

